



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 101 47 435.0

**Anmeldetag:** 26. September 2001

**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft,  
80333 München/DE

**Bezeichnung:** System und Verfahren zur Datenübertragung in  
Kommunikationssystemen, insbesondere  
Real-time Ethernet

**IPC:** H 04 L 12/40

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 12. Februar 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

## Beschreibung

System und Verfahren zur Datenübertragung in Kommunikationssystemen, insbesondere Real-time Ethernet

5

Die Erfindung betrifft ein System und Verfahren zur Datenübertragung in Kommunikationssystemen, insbesondere Real-time Ethernet.

- 10 Unter einem synchronen, getakteten Kommunikationssystem mit Äquidistanz-Eigenschaften versteht man ein System aus wenigstens zwei Teilnehmern, die über ein Datennetz zum Zweck des gegenseitigen Austausches von Daten bzw. der gegenseitigen Übertragung von Daten miteinander verbunden sind. Dabei erfolgt der Datenaustausch zyklisch in äquidistanten Kommunikationszyklen, die durch den vom System verwendeten Kommunikationstakt vorgegeben werden. Teilnehmer sind beispielsweise zentrale Automatisierungsgeräte, Programmier-, Projektierungs- oder Bediengeräte, Peripheriegeräte wie z.B. Ein-/
- 15 Ausgabe-Baugruppen, Antriebe, Aktoren, Sensoren, speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) oder andere Kontrolleinheiten, Computer, oder Maschinen, die elektronische Daten mit anderen Maschinen austauschen, insbesondere Daten von anderen Maschinen verarbeiten. Teilnehmer werden auch Netzwerkknoten oder
- 20 Knoten genannt. Unter Kontrolleinheiten werden im folgenden Regler- oder Steuerungseinheiten jeglicher Art verstanden, aber auch beispielsweise Switches und/oder Switch-Controller. Als Datennetze werden beispielsweise Bussysteme wie z.B. Feldbus, Profibus, Ethernet, Industrial Ethernet, FireWire
- 25 oder auch PC-interne Bussysteme (PCI), etc., insbesondere aber auch isochrones Realtime Ethernet verwendet.
- 30

- 35 Datennetze ermöglichen die Kommunikation zwischen mehreren Teilnehmern durch die Vernetzung, also Verbindung der einzelnen Teilnehmer untereinander. Kommunikation bedeutet dabei die Übertragung von Daten zwischen den Teilnehmern. Die zu übertragenden Daten werden dabei als Datentelegramme verschickt,

d.h. die Daten werden zu mehreren Paketen zusammengepackt und in dieser Form über das Datennetz an den entsprechenden Empfänger gesendet. Man spricht deshalb auch von Datenpaketen. Der Begriff Übertragung von Daten wird dabei in diesem Dokument  
5 völlig synonym zur oben erwähnten Übertragung von Datentelegrammen oder Datenpaketen verwendet.

In verteilten Automatisierungssystemen, beispielsweise im Bereich Antriebstechnik, müssen bestimmte Daten zu bestimmten  
10 Zeiten bei den dafür bestimmten Teilnehmern eintreffen und von den Empfängern verarbeitet werden. Man spricht dabei von echtzeitkritischen Daten bzw. Datenverkehr, da ein nicht rechtzeitiges Eintreffen der Daten am Bestimmungsort zu unerwünschten Resultaten beim Teilnehmer führt, im Gegensatz zur  
15 nicht echtzeitkritischen, beispielsweise inter- bzw. intranetbasierten Datenkommunikation. Gemäss IEC 61491, EN61491 SERCOS interface - Technische Kurzbeschreibung ([http://www.sercos.de/deutsch/index\\_deutsch.htm](http://www.sercos.de/deutsch/index_deutsch.htm)) kann ein erfolgreicher echtzeitkritischer Datenverkehr der genannten Art  
20 in verteilten Automatisierungssystemen gewährleistet werden.

Automatisierungskomponenten (z.B. Steuerungen, Antriebe,...) verfügen heute im Allgemeinen über eine Schnittstelle zu einem zyklisch getakteten Kommunikationssystem. Eine Ablaufebene der Automatisierungskomponente (Fast-cycle) (z.B. Lageregelung in einer Steuerung, Drehmomentregelung eines Antriebs) ist auf den Kommunikationszyklus synchronisiert. Dadurch wird der Kommunikationstakt festgelegt. Andere, niederperformante Algorithmen (Slow-cycle) (z.B. Temperaturregelungen) der  
30 Automatisierungskomponente können ebenfalls nur über diesen Kommunikationstakt mit anderen Komponenten (z.B. Binärschalter für Lüfter, Pumpen,...) kommunizieren, obwohl ein langsamerer Zyklus ausreichend wäre. Durch Verwendung nur eines Kommunikationstaktes zur Übertragung von allen Informationen  
35 im System entstehen hohe Anforderungen an die Bandbreite der Übertragungsstrecke.

Ein Peripherieabbild setzt sich aus einer Summe von Datensätzen zusammen, die über Echtzeitkommunikation mit anderen Automatisierungsgeräten ausgetauscht werden. Datensätze, die von einem Automatisierungsgerät über die Echtzeitkommunikation empfangen werden sind Eingangsdaten. Datensätze, die von einem Automatisierungsgerät über die Echtzeitkommunikation gesendet werden, sind Ausgangsdaten. In einem Automatisierungsgerät werden in einem Anwendungsprogramm, das zyklisch aufgerufen wird, Eingangsdaten verarbeitet und neue Ausgangsdaten erzeugt. Das Anwendungsprogramm kann sich aus mehreren verschiedenen Funktionen zusammensetzen, die zu unterschiedlichen Zeiten mit verschiedenen Datensätzen arbeiten. Es ist nicht zwingend, daß in jedem Anwendungszyklus alle Funktionen des Anwendungsprogramms aufgerufen werden. Dadurch werden nicht in jedem Anwendungszyklus alle Eingangsdaten verarbeitet und neue Ausgangsdaten generiert.

Bisher werden bei einer zyklischen Echtzeitkommunikation in jedem Kommunikationszyklus alle Daten eines Peripherieabbildes ausgetauscht, unabhängig davon, ob die Eingangsdaten in jedem Anwendungszyklus verarbeitet bzw. neue Ausgangsdaten generiert wurden.

Bei der Echtzeitkommunikation mit dem isochronen Real-Time-Fast-Ethernet (IRT-Fast-Ethernet) gibt es im Isochronzyklus einen IRT-Zeitbereich und einen NRT-Zeitbereich. Im IRT-Zeitbereich findet der zyklische Austausch von Echtzeitdaten statt, während im NRT-Zeitbereich über Standard-Ethernet-Kommunikation kommuniziert wird. Um eine möglichst große Bandbreite für die Standard-Ethernet-Kommunikation zu gewährleisten muß der IRT-Zeitbereich im Isochronzyklus möglichst klein sein. Um den IRT-Zeitbereich möglichst klein zu halten, ist es sinnvoll nur die Daten des Peripherieabbildes auszutauschen, die vom Anwendungsprogramm im Automatisierungsgerät geändert wurden.

Damit nur die Daten ausgetauscht werden, die in einem Anwendungszyklus aktualisiert werden, wird der IRT-Zeitbereich in weitere Zeitfenster unterteilt. Diese Zeitfenster werden Mik-

rozyklus genannt. Der IRT-Zeitbereich jedes Isochronzyklus kann sich aus einen oder mehreren Mikrozyklen zusammensetzen. Deshalb wird der IRT-Zeitbereich des Isochronzyklus auch als Makrozyklus bezeichnet. Aus wie vielen und welchen Mikrozyklen sich ein Makrozyklus zusammensetzt wird von der aktuellen Zyklusnummer abgeleitet.

Das Verfahren beruht auf der deutschen Patentanmeldung DE 100 58 524.8 bei der ein System und ein Verfahren zur Übertragung von Daten über schaltbare Datennetze, insbesondere das Ethernet, offenbart ist, das einen Mischbetrieb von echtzeitkritischer und nichtechtzeitkritischer, insbesondere Inter- bzw. Intranet basierter Datenkommunikation erlaubt. Dies ermöglicht sowohl eine echtzeitkritische (RT; Real-Time) als auch eine nicht echtzeitkritische Kommunikation (NRT; Non-Real-Time) in einem schaltbaren Datennetz, bestehend aus Teilnehmern und Koppereinheiten, beispielsweise eines verteilten Automatisierungssystems durch einen zyklischen Betrieb. In einem sogenannten Übertragungszyklus existiert für alle Teilnehmer und Koppereinheiten des schaltbaren Datennetzes jeweils wenigstens ein Bereich zur Übermittlung echtzeitkritischer und wenigstens ein Bereich zur Übermittlung nicht echtzeitkritischer Daten, wodurch die echtzeitkritische von der nicht echtzeitkritischen Kommunikation getrennt wird. Da alle Teilnehmer und Koppereinheiten immer auf eine gemeinsame Zeitbasis synchronisiert sind, finden die jeweiligen Bereiche zur Übermittlung von Daten für alle Teilnehmer und Koppereinheiten jeweils zum selben Zeitpunkt statt, d.h. die echtzeitkritische Kommunikation findet zeitlich unabhängig von der nicht echtzeitkritischen Kommunikation statt und wird deshalb nicht von dieser beeinflusst. Die echtzeitkritische Kommunikation wird im Voraus geplant. Einspeisen der Datentelegramme beim originären Sender sowie deren Weiterleitung mittels der beteiligten Koppereinheiten erfolgt zeitbasiert. Durch Zwischenspeicherung in den jeweiligen Koppereinheiten wird erreicht, dass zu beliebiger Zeit auftretende, spontane, internetfähige, nicht echtzeitkritische Kommunikation in den für

die nicht echtzeitkritische Kommunikation vorgesehenen Übertragungsbereich eines Übertragungszyklus verschoben und auch nur dort übertragen wird.

- 5 In dieser Anmeldung ist die Ausprägung eines prinzipiellen Aufbaus eines Übertragungszyklus der in zwei Bereiche aufgeteilt ist, beispielhaft dargestellt. Ein Übertragungszyklus ist in einen ersten Bereich, der zur Übertragung echtzeitkritischer Daten vorgesehen ist, und einen zweiten Bereich, der zur Übertragung nicht echtzeitkritischer Daten vorgesehen ist, aufgeteilt. Die Länge des dargestellten Übertragungszyklus symbolisiert dessen zeitliche Dauer, die vorteilhafterweise je nach Anwendungszweck zwischen einer Mikrosekunde und zehn Sekunden beträgt. Die Zeitdauer eines Übertragungszyklus ist veränderbar, wird aber vor dem Zeitpunkt der Datenübertragung, beispielsweise durch einen Steuerungsrechner wenigstens einmal festgelegt und ist für alle Teilnehmer und Koppel-  
10 peleinheiten des schaltbaren Datennetzes jeweils gleich lang. Die Zeitdauer eines Übertragungszyklus und/oder die Zeitdauer des ersten Bereichs, der zur Übertragung von echtzeitkritischen Daten vorgesehen ist, kann jederzeit, beispielsweise zu vorher geplanten, festen Zeitpunkten und/oder nach einer geplanten Anzahl von Übertragungszyklen, vorteilhafterweise vor Beginn eines Übertragungszyklus verändert werden, indem der Steuerungsrechner beispielsweise auf andere geplante, echtzeitkritische Übertragungszyklen umschaltet. Darüber hinaus kann der Steuerungsrechner jederzeit im laufenden Betrieb eines Automatisierungssystems je nach Erfordernis Neuplanungen der Echtzeitkommunikation durchführen, wodurch ebenfalls die Zeitdauer eines Übertragungszyklus verändert werden kann. Die absolute Zeitdauer eines Übertragungszyklus ist ein Maß für den zeitlichen Anteil, bzw. die Bandbreite der nicht echtzeitkritischen Kommunikation während eines Übertragungszyklus, also die Zeit, die für die nicht echtzeitkritische Kommunikation zur Verfügung steht. So hat die nicht echtzeitkritische Kommunikation beispielsweise bei einer Zeitdauer eines Übertragungszyklus von 500us eine Band-  
25  
30  
35

breite von 30%, bei 10ms eine Bandbreite von 97%. Im ersten Bereich, der zur Übertragung echtzeitkritischer Daten vorgesehen ist, ist vor dem Senden der eigentlichen echtzeitkritischen Datentelegramme eine gewisse Zeitdauer zum Senden von Datentelegrammen zur Organisation der Datenübertragung reserviert. Die Datentelegramme zur Organisation der Datenübertragung enthalten beispielsweise Daten zur Zeitsynchronisation der Teilnehmer und Koppereinheiten des Datennetzes und/oder Daten zur Topologieerkennung des Netzwerks. Nachdem diese Datentelegramme gesendet wurden, werden die echtzeitkritischen Datentelegramme gesendet. Da die Echtzeitkommunikation durch den zyklischen Betrieb im Voraus planbar ist, sind für alle zu Übertragenden, echtzeitkritischen Datentelegramme eines die Sendezeitpunkte bzw. die Zeitpunkte für die Weiterleitung der echtzeitkritischen Datentelegramme vor Beginn der Datenübertragung bekannt, d.h. die Zeitdauer des Bereichs zur Übertragung von nicht echtzeitkritischen Daten ist automatisch durch die Zeitdauer des Bereichs zur Übertragung von echtzeitkritischen Daten festgelegt. Vorteil dieser Anordnung ist, dass jeweils nur die notwendige Übertragungszeit für den echtzeitkritischen Datenverkehr verwendet wird und nach dessen Beendigung die restliche Zeit automatisch für die nicht echtzeitkritische Kommunikation, beispielsweise für die nicht planbare Internetkommunikation bzw. andere nicht echtzeitkritische Anwendungen zur Verfügung steht. Besonders vorteilhaft ist, dass die Zeitdauer des Bereichs zur Übertragung von echtzeitkritischen Daten jeweils durch die verbindungspezifisch zu Übertragenden Daten bestimmt wird, d.h., die Zeitdauer der beiden Bereiche wird für jede einzelne Datenverbindung durch die jeweils notwendige Datenmenge der zu Übertragenden echtzeitkritischen Daten bestimmt, wodurch die zeitliche Aufteilung der beiden Bereiche für jede einzelne Datenverbindung für jeden Übertragungszyklus verschieden sein kann. Es wird jeweils nur die notwendige Übertragungszeit für den echtzeitkritischen Datenverkehr verwendet und die restliche Zeit eines Übertragungszyklus steht automatisch für die nicht echtzeitkritische Kommunikation, beispielsweise für die

nicht planbare Internetkommunikation bzw. andere nicht echtzeitkritische Anwendungen für alle Teilnehmer des schaltbaren Datennetzes zur Verfügung. Da die Echtzeitkommunikation im Voraus entsprechend so geplant ist, dass das Ankommen der  
5 echtzeitkritischen Datentelegramme in den entsprechenden Koppereinheiten so geplant ist, dass die betrachteten, echtzeitkritischen Datentelegramme spätestens zum Weiterleitungszeitpunkt oder früher bei den entsprechenden Koppereinheiten ankommen, können die echtzeitkritischen Datentelegramme ohne  
10 zeitlichen Zwischenraum gesendet bzw. weitergeleitet werden, so dass durch das dicht gepackte Senden, bzw. Weiterleiten, die zur Verfügung stehende Zeitdauer bestmöglich genutzt wird. Selbstverständlich ist es aber auch möglich bei Bedarf Sendepausen zwischen der Übertragung der einzelnen Datentelegramme einzubauen.  
15

Die prinzipielle Arbeitsweise in einem geschalteten Netzwerk wird folgendermaßen erläutert. Dargestellt sind stellvertretend für ein Netzwerk zwei Teilnehmer, beispielsweise ein Antrieb und ein Steuerrechner, mit jeweils integrierten Koppereinheiten und einem weiteren Teilnehmer ohne Koppereinheit, die durch Datenverbindungen miteinander verbunden sind. Die Koppereinheiten besitzen jeweils lokale Speicher, die über interne Schnittstellen mit den Teilnehmern verbunden sind.  
20 Über die Schnittstellen tauschen die Teilnehmer Daten mit den entsprechenden Koppereinheiten aus. Die lokalen Speicher sind innerhalb der Koppereinheiten über die Datenverbindungen mit den Steuerwerken verbunden. Die Steuerwerke empfangen Daten bzw. leiten Daten weiter über die internen Datenverbindungen von bzw. zu den lokalen Speichern oder über eine oder mehrere der externen Ports. Durch Anwendung des Verfahrens der Zeitsynchronisation haben die Koppereinheiten stets eine gemeinsame synchrone Zeitbasis. Hat ein Teilnehmer echtzeitkritische Daten, so werden diese zum vorausgeplanten Zeitpunkt während des Bereichs für die echtzeitkritische Kommunikation über die entsprechende Schnittstelle und den lokalen Speicher vom entsprechenden Steuerwerk abgeholt und von dort  
30  
35



über den vorgesehenen externen Port zur nächsten verbundenen Koppereinheit gesendet. Sendet ein anderer Teilnehmer zur gleichen Zeit, also während der echtzeitkritischen Kommunikation, nicht echtzeitkritische Daten, beispielsweise für eine Internetabfrage so werden diese vom Steuerwerk über den externen Port empfangen und über eine interne Verbindung an den lokalen Speicher weitergeleitet und dort zwischengespeichert. Von dort werden sie erst im Bereich für die nicht echtzeitkritische Kommunikation wieder abgeholt und an den Empfänger weitergeleitet, d.h. sie werden in den zweiten Bereich des Übertragungszyklus, der für die spontane, nicht echtzeitkritische Kommunikation vorbehalten ist, verschoben, wodurch Störungen der Echtzeitkommunikation ausgeschlossen werden. Für den Fall, dass nicht alle zwischengespeicherten, nicht echtzeitkritischen Daten während des, für die Übertragung der nicht echtzeitkritischen Daten vorgesehenen Bereichs eines Übertragungszyklus übertragen werden können, werden sie im lokalen Speicher der entsprechenden Koppereinheit solange zwischengespeichert, bis sie während eines, für die Übertragung der nicht echtzeitkritischen Daten vorgesehenen Bereichs eines späteren Übertragungszyklus übertragen werden können, wodurch Störungen der Echtzeitkommunikation in jedem Fall ausgeschlossen werden.

Die echtzeitkritischen Datentelegramme, die über entsprechende Datenverbindungen über die externen Ports beim Steuerwerk der zugehörigen Koppereinheit eintreffen, werden unmittelbar über die entsprechenden externen Ports weitergeleitet. Dies ist möglich, da die Echtzeitkommunikation im Voraus geplant ist und deshalb für alle zu übertragenden, echtzeitkritischen Datentelegramme Sende- und Empfangszeitpunkt, alle jeweils beteiligten Koppereinheiten sowie alle Zeitpunkte für die Weiterleitung und alle Empfänger der echtzeitkritischen Datentelegramme bekannt sind. Durch die im Voraus erfolgte Planung der Echtzeitkommunikation ist auch sichergestellt, dass es auf den Datenverbindungen zu keinen Datenkollisionen kommt. Die Weiterleitungszeitpunkte aller echtzeitkritischen Datenpakete von den jeweils beteiligten Koppereinheiten sind

ebenfalls vorher geplant und damit eindeutig festgelegt. Das Ankommen der echtzeitkritischen Datentelegrammen ist deshalb so geplant, dass die betrachteten, echtzeitkritischen Datentelegramme spätestens zum Weiterleitungszeitpunkt oder früher im Steuerwerk der entsprechenden Koppereinheit ankommen. Damit ist das Problem von Zeitunschärfen, die sich insbesondere bei langen Übertragungsketten bemerkbar machen, eliminiert. Wie oben ausgeführt ist folglich ein gleichzeitiger Betrieb von echtzeitkritischer und nicht echtzeitkritischer Kommunikation im selben schaltbaren Datennetz, sowie ein beliebiger Anschluss von zusätzlichen Teilnehmern an das schaltbare Datennetz möglich, ohne die Echtzeitkommunikation selbst störend zu beeinflussen.

In Anwendung des oben geschilderten Prinzips liegen die Echtzeitdaten, die zwischen Knoten (z.B. Steuerungen, Regelungen, usw.) zyklisch ausgetauscht werden, in einem Peripherieabbildspeicher und werden von einem Anwendungsprogramm, das auf dem Knoten läuft, zyklisch verarbeitet. Die zyklische Verarbeitung kann in jedem Zyklus zum Kommunikationszyklus, bzw. zum Vielfachen eines Kommunikationszyklus synchron erfolgen. Bei Steuerungen kann die Verarbeitung der Echtzeitdaten auch asynchron zum Kommunikationszyklus erfolgen. Es ist nicht zwingend notwendig, dass in einem Kommunikationszyklus alle Echtzeitdaten eines Peripherieabbildes ausgetauscht werden. Folgende Gründe sprechen dafür, nicht in jedem Kommunikationszyklus alle Daten aus dem Peripherieabbild auszutauschen:

- Der Kommunikationszyklus ist erheblich schneller als wie sich Werte (z.B. Temperatur) im Peripherieabbild ändern.
- Nicht in jedem Kommunikationszyklus werden alle Daten des Peripherieabbildes durch ein Anwendungsprogramm verarbeitet. (Das Anwendungsprogramm kann aus mehreren Funktionen bestehen, die nicht in jedem Kommunikationszyklus ausgeführt werden)

- Um beim isochronen Real-Time-Ethernet eine möglichst hohe Bandbreite für die Standard-Ethernetkommunikation im NRT-Zeitbereich zur Verfügung stellen zu können.

5 Um obigen Anforderungen zu erfüllen wird der IRT-Zeitbereich, in Erweiterung des oben geschilderten Prinzips, der in der deutschen Anmeldung DE 100 58 524.8 offenbart ist, in Makrozyklen eingeteilt, die sich in Mikrozyklen unterteilen. In jedem Makrozyklus müssen bestimmte Echtzeitdaten aus dem Peripherieabbild ausgetauscht werden. Um die Echtzeitdaten zyklisch zu versenden gibt es Auftragslisten. Eine Auftragsliste setzt sich aus verketteten Kontrollstrukturen zusammen. Jede Kontrollstruktur der Auftragsliste beschreibt an wem, zu welchem Zeitpunkt im Kommunikationszyklus welche Daten aus dem Peripherieabbild zu versenden sind. In der Auftragsliste gibt es noch zusätzliche Kontrollstrukturen die festlegen ob im aktuellen Kommunikationszyklus weitere Echtzeitletelegramme versendet werden sollen bzw. das Ende der Abarbeitung der Auftragsliste für den aktuellen Kommunikationszyklus erreicht ist.

Über die EOC-Elemente in der Auftragsliste (s.Fig 2) kann gesteuert werden, welche Echtzeitdaten in welchem isochronen Kommunikationszyklus übertragen werden. Beim IRTE-Switch gibt für die IRTE-Kommunikation an jedem Sende- und Empfangsport jeweils eine Auftragsliste.

Eine mögliche Variante einer zyklischen isochronen Kommunikation, dessen IRT-Zeitbereich in Abhängigkeit von der Zyklusnummer variiert, zeigt Fig 3.

Von besonderem Vorteil ist es darüber hinaus, dass die offenbarten Verfahren in Automatisierungssystemen, insbesondere bei und in Verpackungsmaschinen, Pressen, Kunststoffspritzmaschinen, Textilmaschinen, Druckmaschinen, Werkzeugmaschinen, Robotor, Handlingssystemen, Holzverarbeitungs-  
maschinen, Glas-

verarbeitungsmaschinen, Keramikverarbeitungsmaschinen sowie Hebezeugen eingesetzt bzw. verwendet werden können.

5 Im Weiteren werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung mit Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

FIG 1 Beispiel für Kommunikations- bzw. Isochronzyklen

10 FIG 2 Auftragsliste

FIG 3 Beispiel für zyklische isochrone Kommunikation, mit Mikrozyklen

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Datenübertragung in Kommunikationssystemen mit wenigstens zwei Teilnehmern, insbesondere Realtime Ethernet,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass Daten in wenigstens einem Übertragungszyklus mit einstellbarer Zeitdauer übertragen werden und jeder Übertragungszyklus in wenigstens einen ersten Bereich zur Übertragung von echtzeitkritischen Daten und wenigstens einen zweiten Bereich zur Übertragung von nicht echtzeitkritischen Daten unterteilt ist, wobei der erste Bereich zur Übertragung von echtzeitkritischen Daten in ein oder mehrere Teilabschnitte unterteilt wird .

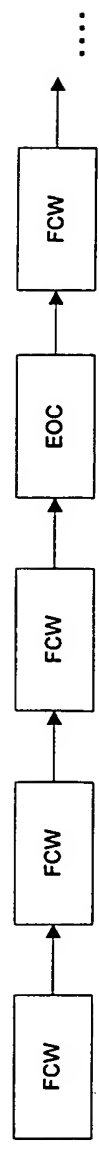
2. System zum Durchführen eines Verfahrens nach Anspruch 1.

1/3

Das Diagramm zeigt die zeitliche Abfolge von Isochronenzyklen und NRT-Zyklen. Eine Zeitachse  $t$  verläuft horizontal nach rechts. Drei Isochronenzyklen sind dargestellt: Isochronenzyklus  $Z_{i,0}$ , Isochronenzyklus  $Z_{i,1}$  und Isochronenzyklus  $Z_{i,2}$ . Jeder Isochronenzyklus besteht aus einer Reihe von NRT-Zyklen (Nicht-Reaktions-Zyklen). Die NRT-Zyklen sind als vertikale Balken dargestellt, die durch gestrichelte Linien getrennt sind. Die Zeitabstände zwischen den NRT-Zyklen sind als  $IRT-Z$  (Inter-Reaktions-Zeit) gekennzeichnet. Die Zeitabstände zwischen den Isochronenzyklen sind als  $NRT-Z$  (Nicht-Reaktions-Zeit) gekennzeichnet.

FIG2:

Auftragsliste



FCW: Element der Auftragsliste

EOC: Element aus der Auftragsliste, das bedingt die Abarbeitung der Auftragsliste im akt. Kommunikationszyklus beendet

200117655

3/3

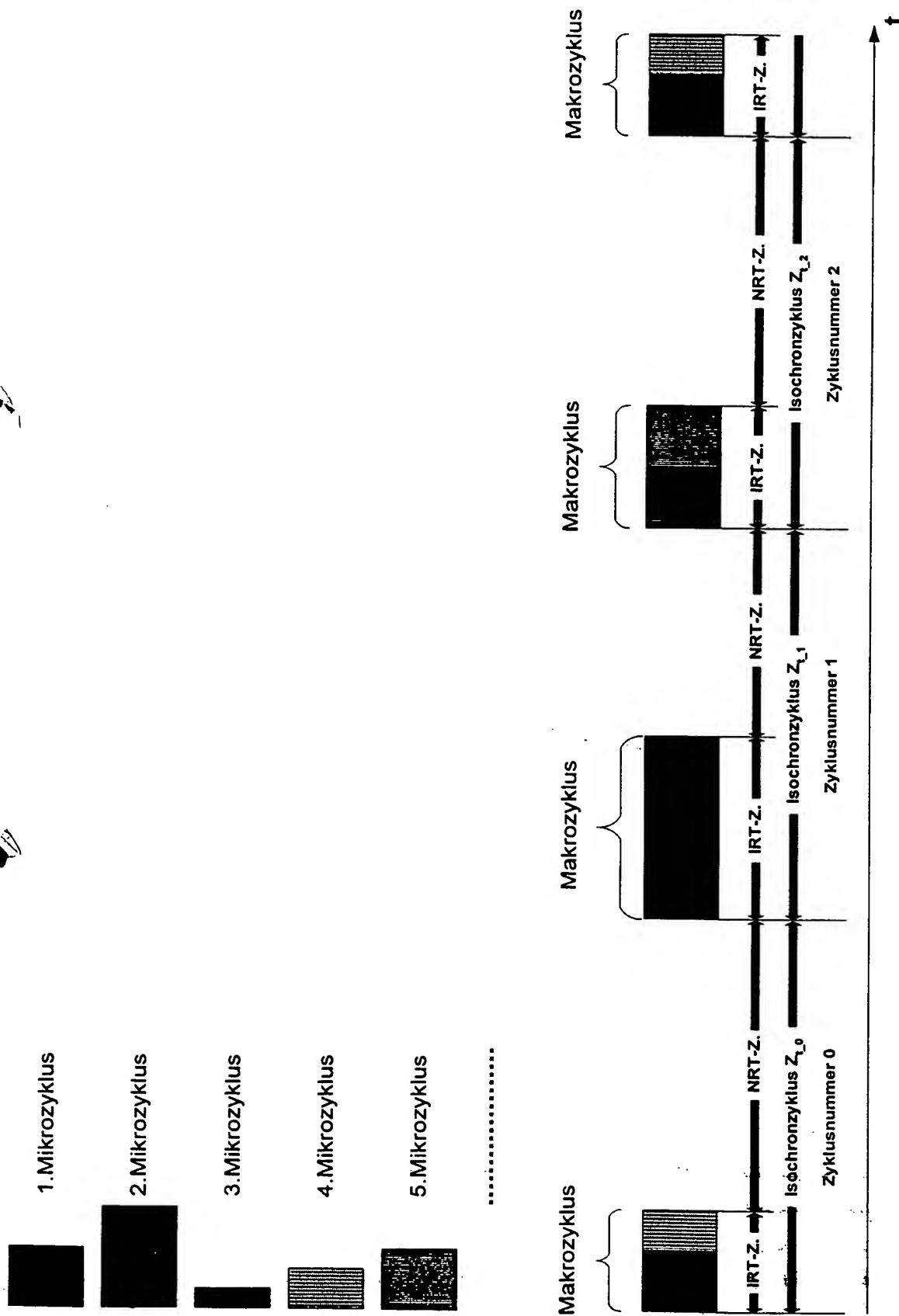


FIG 3 zyklische isochrone Kommunikation, mit Mikrozyklen